

【特許請求の範囲】

【請求項1】主のデータ列に応じて所定の基本周期の整数倍の周期で信号レベルが切り換わる第1の変調信号を生成し、前記変調信号を基準にして光ビームを制御し、前記光ビームをディスク状記録媒体に照射して、前記基本周期に対応した基本長さの整数倍の長さにより、ビット及びランド、若しくはマーク及びスペースを順次作成する光ディスク記録装置において、

所定長さ以上の前記ビット又はマークについて、副のデータ列に基づいて前記ビット又はマークのエッジに対応するタイミングより所定距離だけ離間したタイミングで前記ビット又はマークの幅を変化させることを特徴とする光ディスク記録装置。

【請求項2】前記主のデータ列に応じて、前記第1の変調信号を作成する第1の変調信号作成手段と、副のデータ列に応じて、前記第1の変調信号を変調して2重変調信号を作成する第2の変調信号作成手段と、前記2重変調信号に従って前記光ビームを変調する記録光変調手段と、

前記光ビームをディスク状記録媒体に照射する光学系とを備え、

前記第2の変調信号作成手段は、

前記第1の変調信号のパルス幅を検出してパルス幅検出結果を出力するパルス幅検出手段と、

前記パルス幅検出結果を基準にして、前記副のデータ列に応じて、前記所定長さ以上の前記ビット又はマークのエッジに対応するタイミングより所定期間だけ離間したタイミングで前記第1の変調信号の信号レベルを反転して前記2重変調信号を作成する変調信号処理手段とを有することを特徴とする請求項1に記載の光ディスク記録装置。

【請求項3】前記副のデータ列を乱数により変調し、該変調結果に対応するように前記ビット又はマークの幅を変化させることを特徴とする請求項1に記載の光ディスク記録装置。

【請求項4】前記変調信号処理手段は、

前記副のデータ列をM系列乱数により変調して前記2重変調信号を生成することを特徴とする請求項2に記載の光ディスク記録装置。

【請求項5】前記所定の長さが、前記基本周期に対応する長さの約6倍の長さであることを特徴とする請求項1に記載の光ディスク記録装置。

【請求項6】前記第1の変調信号の信号レベルを反転する期間が、前記所定長さ以上の前記ビット又はマークの中央に対応するタイミングをほぼ等分に跨ぐ期間でなることを特徴とする請求項2に記載の光ディスク記録装置。

【請求項7】前記第1の変調信号の信号レベルを反転する期間が、前記基本周期より短い期間でなることを特徴とする請求項2に記載の光ディスク記録装置。

【請求項8】前記副のデータ列は、

前記ディスク状記録媒体を識別する識別データ列であることを特徴とする請求項1に記載の光ディスク記録装置。

【請求項9】前記主のデータ列は、

暗号化されたデータ列であり、

前記副のデータ列は、

前記主のデータ列の暗号化の解除に必要なデータ列であることを特徴とする請求項1に記載の光ディスク記録装置。

【請求項10】所定の基本長さの整数倍の長さにより、ビット及びランド、若しくはマーク及びスペースを順次作成することにより、主のデータ列を記録する光ディスク記録方法において、

所定長さ以上の前記ビット又はマークについて、副のデータ列に基づいて前記ビット又はマークのエッジに対応するタイミングより所定距離だけ離間したタイミングで前記ビット又はマークの幅を変化させることを特徴とする光ディスク記録方法。

【請求項11】前記主のデータ列に応じて前記基本長さに対応する基本周期の整数倍の周期で信号レベルが切り換わる第1の変調信号を生成し、

前記第1の変調信号のパルス幅を検出し、

前記パルス幅の検出結果及び前記副のデータ列に応じて、

前記第1の変調信号を変調して2重変調信号を作成し、

前記2重変調信号に従って光ビームを変調し、

前記光ビームをディスク状記録媒体に照射することを特徴とする請求項10に記載の光ディスク記録方法。

【請求項12】前記副のデータ列を乱数により変調し、該変調結果に対応するように前記ビット又はマークの幅を変化させることを特徴とする請求項10に記載の光ディスク記録方法。

【請求項13】前記副のデータ列をM系列乱数により変調して前記2重変調信号を生成することを特徴とする請求項11に記載の光ディスク記録方法。

【請求項14】前記所定の長さが、前記基本周期に対応する長さの約6倍の長さであることを特徴とする請求項10に記載の光ディスク記録方法。

【請求項15】所定の变調期間の間、前記第1の変調信号の信号レベルを反転することにより、前記2重変調信号を生成し、

前記変調期間が、

前記所定長さ以上の前記ビット又はマークの中央に対応するタイミングをほぼ等分に跨ぐ期間でなることを特徴とする請求項11に記載の光ディスク記録方法。

【請求項16】所定の变調期間の間、前記第1の変調信号の信号レベルを反転することにより、前記2重変調信号を生成し、

前記変調期間が、前記基本周期より短い期間でなること

を特徴とする請求項11に記載の光ディスク記録方法。

【請求項17】前記副のデータ列は、前記ディスク状記録媒体を識別する識別データ列であることを特徴とする請求項10に記載の光ディスク記録方法。

【請求項18】前記主のデータ列は、

暗号化されたデータ列であり、

前記副のデータ列は、

前記主のデータ列の暗号化の解除に必要なデータ列であることを特徴とする請求項10に記載の光ディスク記録方法。

【請求項19】所定の基本長さの整数倍の長さにより、ビット及びランド、若しくはマーク及びスペースが順次作成されて主のデータ列が記録された光ディスクにおいて、所定長さ以上の前記ビット又はマークにおいて、エッジより所定距離だけ離間した変調箇所であって前記ビット又はマークの幅が変調されて副のデータ列が記録されたことを特徴とする光ディスク。

【請求項20】前記変調箇所が、ビット又はマークの中央であることを特徴とする請求項19に記載の光ディスク。

【請求項21】前記変調によるビット又はマークの幅の変化が、前記ビット又はマークの平均的な幅の10〔%〕以下であることを特徴とする請求項19に記載の光ディスク。

【請求項22】前記副のデータ列は、

乱数により変調されて記録されたことを特徴とする請求項19に記載の光ディスク。

【請求項23】前記副のデータ列は、

記録媒体を識別する識別データ列であることを特徴とする請求項19に記載の光ディスク。

【請求項24】前記主のデータ列は、

暗号化されたデータ列であり、

前記副のデータ列は、

前記主のデータ列の暗号化の解除に必要なデータ列であることを特徴とする請求項19に記載の光ディスク。

【請求項25】光ディスクに光ビームを照射して得られる戻り光を検出し、前記戻り光に応じて信号レベルが変化する再生信号を信号処理することにより、前記光ディスクに記録されたデータ列を再生する光ディスク再生装置において、

前記再生信号に基づいてクロック信号を再生するクロック再生手段と、

前記クロック信号を基準にして前記再生信号を2値識別することにより、主のデータ列を再生する第1の再生手段と、

前記クロック信号を基準にして前記再生信号を信号処理して副のデータ列を再生する第2の再生手段とを備え、

前記第2の再生手段は、

前記再生信号の信号レベルを検出して信号レベル検出結果を出力する信号レベル検出手段と、

前記信号レベル検出結果の平均値を検出して出力する平均値化手段と、

前記信号レベル検出結果の平均値を識別して副のデータ列を再生する第2の識別手段とを有することを特徴とする光ディスク再生装置。

【請求項26】前記平均値化手段は、

前記信号レベル検出結果を積算して積算値を出力する積算手段と、

前記積算手段により積算をカウントしてカウント値を出力する係数手段と、

前記積算値を前記カウント値により除算して前記平均値を出力する除算手段とを有することを特徴とする請求項25に記載の光ディスク再生装置。

【請求項27】前記信号レベル検出手段又は前記平均値化手段は、

所定期間以上、前記再生信号の信号レベルが所定の基準レベルより立ち上がり又は立ち下がる期間であって、該期間のほぼ中央の時点の前記信号レベル検出結果を選択的に平均値化することを特徴とする請求項25に記載の光ディスク再生装置。

【請求項28】前記信号レベル検出手段又は前記平均値化手段は、

乱数により前記再生信号を選択的に処理して、前記副のデータ列を再生することを特徴とする請求項25に記載の光ディスク再生装置。

【請求項29】前記副のデータ列に基づいて前記主のデータ列の再生を停止制御することを特徴とする請求項25に記載の光ディスク再生装置。

【請求項30】前記副のデータ列に基づいて前記主のデータ列の暗号化を解除することを特徴とする請求項25に記載の光ディスク再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ディスク記録装置、光ディスク記録方法、光ディスク、光ディスク再生装置に関し、例えばコンパクトディスクの作成装置、コンパクトディスク、コンパクトディスクプレイヤーに適用することができる。本発明は、エッジの位置情報に影響を与えないタイミングで、ビット又はマークの幅を変化させることにより、ビット列、マーク列による主のデータ列の再生には何ら影響を与えないで、この主のデータ列を再生する光ピックアップにより再生可能に、副のデータ列を記録することができるようにする。

【0002】

【従来の技術】従来、コンパクトディスクは、記録に供するデータ列をデータ処理した後、EFM変調(Eight to Fourteen Modulation)することにより、所定の基本周期Tに対して3T～11Tのビット列が形成され、こ

れによりオーディオデータ等が記録されるようになされている。

【0003】これに対して内周側のリードインエリアには、管理用データの記録領域が形成され、この記録領域に記録されたTOC (Table Of Contents) により、所望の演奏等を選択的に再生できるようになされている。

【0004】このようにして種々のデータが記録されるコンパクトディスクは、リードインエリアの内周側に、メーカー、製造所及びディスク番号等を示す符号が刻印され、これによりコンパクトディスクの履歴等を目視により確認できるようになされている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところでこのような刻印においては、コンパクトディスクの履歴を確認することにより、この刻印の有無により違法コピーを識別できると考えられる。ところがこの刻印は、目視による確認を目的とすることにより、コンパクトディスクプレーヤーの光ピックアップによっては再生することが困難な欠点がある。これにより刻印により違法コピーを識別する場合には、結局、刻印を再生する為に、専用の再生機構が別途必要になる。

【0006】この場合、ビット列によるオーディオデータの再生には何ら影響を与えないで、オーディオデータを再生する光ピックアップによって再生可能な副の情報を記録することができれば、この副の情報を利用して違法コピーを排除できると考えられる。

【0007】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、ビット列等によるデータの再生には何ら影響を与えないで、このビット列等によるデータを再生する光ピックアップにより再生可能に、副の情報を記録することができる光ディスク記録装置、光ディスク記録方法、これらにより作成された光ディスク、この光ディスクを再生する光ディスク再生装置を提案しようとするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明においては、光ディスク記録装置及び光ディスク記録方法に適用して、所定長さ以上のビット又はマークについて、副のデータ列に基づいてこのビット又はマークのエッジに対応するタイミングより所定距離だけ離間したタイミングでこのビット又はマークの幅を変化させる。

【0009】また光ディスクに適用して、所定長さ以上のビット又はマークにおいて、エッジより所定距離だけ離間した変調箇所でのビット又はマークの幅が変調されて副のデータ列が記録されるようにする。

【0010】また光ディスク再生装置に適用して、再生信号の信号レベルを検出して信号レベル検出結果を得、この信号レベル検出結果の平均値を識別して副のデータ列を再生する。

【0011】光ディスク記録装置及び光ディスク記録方法に適用して、所定長さ以上のビット又はマークについて、副のデータ列に基づいてこのビット又はマークのエッジに対応するタイミングより所定距離だけ離間したタイミングでこのビット又はマークの幅を変化させれば、これらのビット又はマークのエッジのタイミングについては再生に影響を与えないで、ビット又はマークの幅により副のデータを記録することができる。これによりビット列等によるデータの再生には何ら影響を与えないで、このビット列等によるデータを再生する光ピックアップにより再生可能に副の情報を記録することができる。

【0012】また光ディスクに適用して、所定長さ以上のビット又はマークにおいて、エッジより所定距離だけ離間した変調箇所でのビット又はマークの幅が変調されて副のデータ列が記録されるようにすれば、これらのビット又はマークのエッジのタイミングについては再生に影響を与えないで、ビット又はマークの幅により副のデータが記録されてなる光ディスクを得ることができる。

【0013】また光ディスク再生装置に適用して、再生信号の信号レベルを検出して信号レベル検出結果を得、この信号レベル検出結果の平均値を識別して副のデータ列を再生すれば、ビット又はマークにより記録された主のデータを再生する構成に付加して、ビット又はマークの幅により記録された副のデータを再生することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、適宜図面を参照しながら本発明の実施の形態を詳述する。

【0015】(1) 第1の実施の形態

(1-1) 第1の実施の形態の構成

図1は、コンパクトディスクの製造に使用する光ディスク記録装置を示すブロック図である。この実施の形態に係るコンパクトディスクは、この光ディスク記録装置1によりディスク原盤が作成される以外の点を除いて、従来のコンパクトディスクと同様に製造される。

【0016】すなわちこの実施の形態に係るコンパクトディスクは、スタンパーを用いて作成されるディスク状基板に反射膜及び保護膜等を順次形成することによって作成される。またこのスタンパーは、光ディスク記録装置1により露光されたディスク原盤2を現像した後、電鍍処理することによってマザーディスクが作成され、このマザーディスクを用いて作成される。

【0017】このディスク原盤2は、例えば平坦なガラス基板に感光剤を塗布して形成される。スピンドルモータ3は、スピンドルサーボ回路4の制御により、ディスク原盤2を回転駆動する。このときスピンドルモータ3は、底部に設けられたFG信号発生器により所定の回転角毎に信号レベルが立上がるFG信号FGを出力する。

スピンドルサーボ回路4は、このFG信号FGの周波数が所定周波数になるようにスピンドルモータ3を駆動し、これによりディスク原盤2を線速度一定の条件により回転駆動する。

【0018】記録用レーザー5は、ガスレーザー等によって構成され、所定光量のレーザービームLを射出する。光変調器6は、電気音響光学素子等によって構成され、記録用レーザー5から入射するレーザービームLを、第2変調回路7から供給される変調信号S3に従ってオンオフ制御して射出する。

【0019】ミラー8は、レーザービームLの光路を折り曲げて、ディスク原盤2に向けて射出する。対物レンズ9は、このミラー8の反射光をディスク原盤2の記録面上に集光する。ミラー8及び対物レンズ9は、図示しないスレッド機構により、ディスク原盤2の回転に同期して半径方向に順次移動するようになされている。これにより光ディスク記録装置1では、レーザービームLの集光位置をディスク原盤2の例えば外周方向に順次変位させ、ディスク原盤2上にらせん状にトラックを形成する。またこのときこのトラック上に変調信号S3に応じたビット列を形成する。

【0020】デジタルオーディオテープレコーダ10は、ディスク原盤2に記録する時系列の配列によりデジタルオーディオ信号D1を出力する。変調回路11は、このデジタルオーディオ信号D1、図示しないサブコードジェネレータから供給されるサブコードデータに基づいて、コンパクトディスクについて規定されたデータ処理を実行し、EFM信号S2を生成する。すなわち変調回路11は、オーディオデータD1及びサブコードデータに誤り訂正符号を付加した後、インターリーブ処理し、さらにEFM変調することによってEFM信号S2を生成する。

【0021】かくして従来の光ディスク記録装置では、このようにして作成されたEFM信号S2が直接光変調器6に供給され、レーザービームLをこのEFM信号S2によりオンオフ制御してディスク原盤2が順次露光されることになる。

【0022】これに対してこの光ディスク記録装置1は、リードインエリアに対応する期間の間、ディスク識別符号発生回路12によりディスク識別符号SC1を発生し、第2変調回路7において、このディスク識別符号SC1によりEFM信号S2を変調した後、光変調器6に出力する。

【0023】ここでディスク識別符号SC1は、例えばディスク原盤毎に固有なものとして設定されるID情報、製造工場に係る情報、製造年月日、コピー可/不可を制御する情報等により構成される。なおディスク識別符号発生回路12は、ディスク識別符号SC1に加えて、ディスク識別符号SC1の開始を表す同期信号、ディスク識別符号SC1の誤り訂正符号を順次出力する。

【0024】すなわちディスク識別符号発生回路12において、N進カウンタ12Aは、リングカウンタにより構成され、第2変調回路7より出力されるフレームクロックFCKをカウントし、カウント値CT1を出力する。ここで図2に示すように、EFM信号S2(図2(A-1)及び(A-2))は、変調回路11により、588チャンネルクロック毎に22チャンネルクロックのフレームシンクが挿入されてフレームが構成される。フレームクロックFCKは、フレームシンクの開始のタイミングで1クロック周期だけ信号レベルが立ち上がるように生成される(図2(B)及び(C))。これによりN進カウンタ12Aは、このフレームシンクを基準にして順次フレームをカウントし、カウント結果を出力することになる。

【0025】ディスク識別符号テーブル12Bは、ディスク識別符号SC1によるビット情報を保持するリードオンリメモリ回路で構成され、カウント値CT1をアドレス入力にして保持したデータを出力する。このときディスク識別符号テーブル12Bは、保持したデータをビット情報により出力することにより(図2(D))、1のフレームに1ビットのデータを順次割り当てて出力する。

【0026】第2変調回路7は、このディスク識別符号SC1でEFM信号S2を変調し、いわゆる2重変調信号となる変調信号S3を生成する。

【0027】図3は、この第2変調回路7を詳細に示すブロック図である。この第2変調回路7において、同期検出回路21は、EFM信号S2よりフレームシンクを検出し、フレームクロックFCKを出力する。

【0028】図4に示すように、PLL回路22は、EFM信号S2(図4(A))より、チャンネルクロックCKを再生して出力する(図4(B))。M系列発生回路23は、縦続接続された複数のフリップフロップとイクスクルーシブオア回路とにより構成され、フレームクロックFCKを基準にしてこれら複数のフリップフロップに初期値をセットした後、セットした内容をチャンネルクロックCKに同期して順次転送すると共に、所定の段間で帰還することにより論理1と論理0が等確率で現れるM系列の乱数データMSを生成する。これによりM系列信号MSは、588チャンネルクロックの周期(1フレームの周期)で同一パターンを繰り返す疑似乱数の系列となる。

【0029】イクスクルーシブオア回路(XOR)24は、M系列信号MSとディスク識別符号SC1を受け、この排他的論理和信号MS1を出力する(図4(D))。すなわちイクスクルーシブオア回路24は、ディスク識別符号SC1が論理0の場合、M系列信号MSの論理レベルにより排他的論理和信号MS1を出力し、これとは逆にディスク識別符号SC1が論理1の場合、M系列信号MSの論理レベルを反転してなる排他的

論理和信号MS1を出力する。これによりイクスクルーシブオア回路24は、ディスク識別符号SC1をM系列乱数により変調することになる。

【0030】フリップフロップ25は、EFM信号S2の立ち上がりのタイミングにより、排他的論理和信号MS1をラッチする(図4(E))。ここでこの実施の形態においては、EFM信号S2の信号レベルの立ち上がりに対応して変調信号S3の信号レベルが立ち上がるように設定され、この変調信号S3の信号レベルが立ち上がっている期間に対応してディスク原盤2にビットが形成される。これによりフリップフロップ25は、各ビットの前エッジに対応するタイミングで排他的論理和信号MS1の論理レベルをサンプリングし、サンプリング結果を続くビットの前エッジに対応するタイミングまで保持することになる。

【0031】遅延回路26は、このフリップフロップ25のラッチ結果MSHを所定期間遅延させ、遅延信号MSHDを出力する(図4(F))。ここでこの遅延期間は、7T以上検出回路27が処理に要する時間であり、チャンネルクロックCKの約5クロック分の期間である。

【0032】7T以上検出回路27は、EFM信号S2のパルス幅を検出し、パルス幅が7T以上の場合に1チャンネルクロック幅の検出パルスSPを出力する(図4(G))。すなわち図5に示すように、7T以上検出回路27において、8段のラッチ回路28A~28Hは、チャンネルクロックCKに同期して順次EFM信号S2をラッチして転送する。アンド回路29は、これらラッチ回路28A~28Hのラッチ出力をパラレルに入力する。このときアンド回路29は、最終段のラッチ回路28Hについてだけラッチ出力の論理レベルを反転して入力し、これらパラレル入力の論理積信号を出力する。これによりアンド回路29は、チャンネルクロックCK周期でEFM信号S2を見たとき、1個の論理0から7個の論理1が連続してなる場合、すなわちEFM信号S2の基本周期Tに対して、周期7T以上のビットが形成される場合にだけ論理1に立ち上がる論理積信号を出力する。

【0033】ラッチ回路30は、このアンド回路29の出力をラッチして検出パルスSPを出力する。

【0034】アンド回路32は(図3)、この検出パルスSPと、遅延回路26より出力される遅延信号MSHDとの論理積信号を出力する。モノステーブルマルチバイブレータ(MM)33は、このアンド回路32の出力をトリガにして、チャンネルクロックCKの1周期より短い所定パルス幅の変調用パルスMMP(図4(H))を出力する。なおここでこのパルス幅は、この変調用パルスMMPによりレーザービームLの照射を一時的に停止した際に、ディスク原盤2により作成されるコンパクトディスクにおいて、この一時的な停止によりビット幅

が減少し、この減少の程度が平均的なビット幅の約10[%]になるように設定される。

【0035】遅延回路36は、EFM信号S2を約5クロックの期間だけ遅延させて出力し、イクスクルーシブオア回路(XOR)37は、遅延回路36から出力されたEFM信号S2D(図4(C))と、変調用パルスMMPとの排他的論理和を計算し、EFM信号S2をディスク識別符号SC1により変調してなる変調信号S3(図4(I))を生成する。

【0036】かくするにつきこの遅延回路36における遅延時間は、再生時、周期7T以上のビットにおいて、この変調用パルスMMPに対応した変調信号S3の論理レベルの切り換わりが、再生時、EFM信号S2によるエッジのタイミングに影響を与えないように選定される。具体的に、この遅延時間は、変調用パルスMMPに対応した変調信号S3の論理レベルの切り換わりが、EFM信号S2の立ち上がりのタイミングより所定期間だけ離間したタイミングになるように設定され、この実施の形態ではEFM信号S2を約5クロックの期間だけ遅延させて、変調用パルスMMPの立ち上がりから対応するEFM信号S2Dの立ち上がりが約周期3T以上先行するように設定される。

【0037】図6は、従来のコンパクトディスクとの対比により、ディスク原盤2により作成されたコンパクトディスクのビット形状を示す平面図である。従来のコンパクトディスクは(図6(A))、オーディオデータに応じて、基本周期でなるチャンネルクロックCKの1クロック周期Tの整数倍の長さにより、単にビット及びランドが繰り返して形成される。これに対してこの実施の形態に係るコンパクトディスクは(図6(B))、これらのビットのうちの周期7T以上の長さのビットにおいて、矢印aにより示すように、ビットのエッジより所定距離Lだけ離間してディスク識別符号SC1に応じて局所的にビットの幅が低減するように形成され、このビット幅によりディスク識別符号SC1が記録されることになる。

【0038】図7は、このコンパクトディスク41を再生するコンパクトディスクプレイヤーを示すブロック図である。このコンパクトディスクプレイヤー40において、スピンドルモータ42は、サーボ回路43の制御により線速度一定の条件でコンパクトディスク41を回転駆動する。

【0039】光ピックアップ44は、コンパクトディスク41にレーザービームを照射すると共にその戻り光を受光し、戻り光の光量に応じて信号レベルが変化する再生信号RFを出力する。ここでこの再生信号RFは、コンパクトディスク41に記録されたビットに対応して信号レベルが変化するようになる。このときコンパクトディスク41において、平均的なビット幅より約10[%]だけ局所的にビット幅が低減するように形成され

ていることにより、再生信号RFの信号レベルは、このビット幅に応じて変化することになる。しかしながら各ビットのエッジより所定距離だけ離間して、エッジのタイミングには影響を与えないように作成されていることにより、再生信号RFが2値識別の基準レベルを横切るタイミングは、何らビット幅が幅狭く作成されていない場合と同様のタイミングに維持される。

【0040】これらにより2値化回路45は、この再生信号RFを所定の基準レベルにより2値化し、2値化信号BDを作成する。かくするにつき、コンパクトディスク41における局所的なビット幅の低減程度が10

〔%〕でなることから、2値化信号BDにおいては、この局所的なビット幅の低下が検出されないことになる。

【0041】PLL回路46は、この2値化信号BDを基準にして動作することにより、再生信号RFのチャンネルクロックCCKを再生する。

【0042】EFM復調回路47は、チャンネルクロックCCKを基準にして2値化信号BDを順次ラッチすることにより、EFM信号S2に対応する再生データを再生する。さらにEFM復調回路47は、この再生データをEFM復調した後、フレームシンクを基準にしてこの復調データを8ビット単位で区切り、生成した8ビット単位の信号をデインターリーブしてECC (Error Correcting Code) 回路48に出力する。

【0043】ECC回路48は、このEFM復調回路47の出力データに付加された誤り訂正符号に基づいて、この出力データを誤り訂正処理し、これによりオーディオデータD1を再生して出力する。

【0044】デジタルアナログ変換回路(D/A)49は、このECC回路48より出力されるオーディオデータをデジタルアナログ変換処理し、アナログ信号となるオーディオ信号S4を出力する。このときデジタルアナログ変換回路49は、システム制御回路50の制御により、このコンパクトディスク41が違法コピーによるものと判断されると、オーディオ信号S4の出力を中止する。

【0045】システム制御回路50は、このコンパクトディスクプレーヤー40の動作を制御するコンピュータにより構成される。システム制御回路50は、リードインエリアをアクセスした際に、ディスク識別符号再生回路51より出力されるディスク識別符号SC1に基づいて、コンパクトディスク41が違法コピーによるものか否かを判断し、違法コピーによるものと判断した場合には、デジタルアナログ変換回路49からのオーディオ信号S4の出力を停止制御する。

【0046】ディスク識別符号再生回路51は、再生信号RFよりディスク識別符号SC1を復号して出力する。

【0047】図8は、このディスク識別符号再生回路51を詳細に示すブロック図である。このディスク識別符

号再生回路51において、同期パターン検出回路53は、図9に示すように、チャンネルクロックCCK (図9(B))を基準にして2値化信号BD (図9(A-1)及び(A-2))を順次ラッチし、その連続する論理レベルを判定することによりフレームシンクを検出する。さらに同期パターン検出回路53は、この検出したフレームシンクを基準にして、各フレームが開始する1チャンネルクロックCCKの期間の間、信号レベルが立ち上がるセットパルスFSET、このセットパルスFSETに続いて1チャンネルクロックCCKの期間の間、信号レベルが立ち上がるクリアパルスFCLEARを出力する(図9(D)及び(C))。

【0048】ビット検出回路54は、光ディスク記録装置1の7T以上検出回路27と同様に構成され(図5)、チャンネルクロックCCKを基準にしてFEM信号S2に代えて2値化信号BDを順次転送することにより、周期7T以上の長さを有するビットに対応する2値化信号BDのタイミングを検出する。さらにビット検出回路54は、この検出したビットの開始のタイミングで信号レベルが立ち上がる立ち上がり信号PTを生成して出力する。さらにこの立ち上がり信号PTより所定期間遅延して信号レベルが立ち上がるゲート信号CTを出力する。なおこのゲート信号CTは、第2変調回路7の変調用パルスMMPに対応することになり、変調用パルスMMPとは異なり、周期7T以上の長さを有する各ビットで信号レベルが立ち上がる。

【0049】M系列生成回路55は、クリアパルスFCLEARによりアドレスを初期化した後、チャンネルクロックCCKによりアドレスを順次歩進して内蔵のリードオンリメモリをアクセスすることにより、光ディスク記録装置1で生成したM系列信号MSに対応するM系列信号を生成する。さらにM系列生成回路55は、立ち上がり信号PTを基準にしてこのM系列信号をラッチして出力することにより、周期7T以上の長さを有するビット開始のタイミングによりM系列信号をラッチした後、このラッチした論理レベルを続く周期7T以上の長さを有するビット開始の時点まで保持してなるM系列ラッチ信号MZを出力する。

【0050】アナログデジタル変換回路(A/D)57は、チャンネルクロックCCKを基準にして再生信号RFをアナログデジタル変換処理し、8ビットのデジタル再生信号を出力する。極性反転回路(-1)58は、このデジタル再生信号の極性を反転して出力する。

【0051】セレクト59は、M系列生成回路55より出力されるM系列ラッチ信号MZの論理レベルに応じて、アナログデジタル変換回路57より直接入力されるデジタル再生信号、極性反転回路58より入力される極性を反転してなるデジタル再生信号を選択出力する。すなわちセレクト59は、M系列ラッチ信号MZが

論理1の場合、直接入力されるデジタル再生信号を選択して出力し、これとは逆にM系列ラッチ信号MZが論理0の場合、極性反転されたデジタル再生信号を選択する。これによりこのセクタ59は、M系列信号MSにより変調したディスク識別符号SC1の論理レベルを多値のデータにより再生し、この多値のデータによる再生データRXを出力する。

【0052】加算器60は、16ビットのデジタル加算器であり、再生データRXとアキュムレータ(ACU)61の出力データAXとを加算して出力する。アキュムレータ61は、加算器60の出力データを保持する16ビットのメモリで構成され、保持したデータを加算器60に帰還することにより、加算器60と共に累積加算器を構成する。すなわちアキュムレータ61は、クリアパルスFC LRにより保持した内容をクリアした後、ゲート信号CTのタイミングにより加算器60の出力データを取り込む。これにより加算器60は、フレーム毎に、セクタ59により再生された再生データRXの論理値を累積し、累積値AXを出力する。

【0053】ビットカウンタ62は、クリアパルスFC LRにより保持した内容をクリアし、ゲート信号CTをカウントすることにより、アキュムレータ61において累積加算したビット数をカウントし、カウント値NXを出力する。

【0054】除算回路(÷)63は、アキュムレータ61より出力される累積値AXをカウント値NXにより除算することにより、セクタ59により再生された再生データRXの論理値を平均化する。2値化回路64は、セットパルスFSETが立ち上がるタイミングで、所定の基準値により除算回路63の出力データBXを2値化して出力する。これによりセクタ59により再生されたディスク識別符号SC1の再生データRXが、2値のディスク識別符号SC1に変換される。

【0055】ECC回路65は、このディスク識別符号SC1に付加された誤り訂正符号によりディスク識別符号SC1を誤り訂正処理して出力する。

【0056】(1-2)第1の実施の形態の動作
以上の構成において、この実施の形態に係るコンパクトディスク41の製造工程では、光ディスク記録装置1(図1)において、デジタルオーディオテープレコーダ10より出力されるデジタルオーディオ信号D1でディスク原盤2が順次露光されてマザーディスクが作成された後、このマザーディスクより作成される。

【0057】このディスク原盤2の露光において、デジタルオーディオ信号D1は、変調回路11において、チャンネルクロックCKの1周期Tを基本周期にして、この基本周期Tの整数倍の周期で信号レベルが切り換わるEFM信号S2に変換される。またリードインエリアにおいては、デジタルオーディオ信号D1に代えて、TOCのデータ列が同様にEFM信号S2に変換さ

れる。

【0058】さらにこれらEFM信号S2は、第2変調回路7を介して変調信号S3に変換され、この変調信号S3により光変調器6を駆動してディスク原盤2に記録される。これによりデジタルオーディオ信号D1は、TOCのデータ列と共に、チャンネルクロックCKの1周期に対応する基本の長さの整数倍の長さによるビット及びランドの繰り返しによりディスク原盤2に記録される。

【0059】このEFM信号S2を変調信号S3に変換する際に、リードインエリア以外の領域においては、EFM信号S2の信号レベルに対応するように変調信号S3が作成されるのに対し、リードインエリアにおいては、EFM信号S2の信号レベルが局所的に切り換えられて変調信号S3が生成され、これによりディスク原盤2に作成されるビット列において、局所的に幅の狭いビットが作成される。これによりビット幅が変調されてディスク識別符号SC1がディスク原盤2に記録される。

【0060】すなわちディスク識別符号発生回路12において、N進カウンタ12AでフレームクロックFCKがカウントされ、このカウント値によりディスク識別符号テーブル12Bがアクセスされることにより、1フレームに1ビットを割り当ててなる周波数の低い2進数により、ディスク識別符号SC1、このディスク識別符号SC1の誤り訂正符号等が生成される。

【0061】さらに第2変調回路7のM系列発生回路23において(図3)、チャンネルクロックCKに同期して、フレーム周期で繰り返されるM系列の乱数データMSが生成され、イクスクルーシブオア回路24において、このM系列の乱数データMSとディスク識別符号SC1の排他的論理和が得られる。これによりディスク識別符号SC1が乱数データMSにより変調され、M系列の乱数において論理1と論理0が等確率で現れることから、ディスク識別符号SC1が、同様に論理1と論理0が等確率で現れる排他的論理和信号MS1に変調される。

【0062】さらにフリップフロップ回路25において、各ビットのエッジに対応するEFM信号S2の立ち上がりエッジで、排他的論理和信号MS1がラッチされる。さらに7T以上検出回路27において、基本周期Tに対して周期7T以上のビットに対応するEFM信号S2の信号レベルの立ち上がり検出され、アンド回路32により、この信号レベルの立ち上がりに対応するフリップフロップ回路25のラッチ結果が選択される。これによりこのアンド回路32の出力によりモノステーブルマルチバイブレータ33が駆動され、このモノステーブルマルチバイブレータ33の出力によりイクスクルーシブオア回路37においてEFM信号S2の信号レベルが局所的に切り換えられる。

【0063】これによりディスク識別符号SC1は、周

期7T以上のビットにおいて、ビット幅を局部的に低減してディスク原盤2に記録される。またディスク原盤2においては、M系列乱数データMSとディスク識別符号SC1の論理積が論理1のときで、かつビットの長さが7T以上である場合に、ビットが部分的に低減して、順次ビット列が作成されることになる。

【0064】また、このようにしてEFM信号S2の論理レベルを切り換えて変調信号S3を生成して幅狭のビットを作成するにつき、モノステープルマルチバイブレータ33より出力される変調用パルスMMPに対して、遅延回路36によりEFM信号S2が遅延されてイクスクルーシブオア回路37に供給され、これにより変調信号S3の論理レベルの切り換わりが、再生時、EFM信号S2によるエッジのタイミングに影響を与えないように設定される。

【0065】すなわち周期7T以上のビットにおいてビット幅を低減することを前提に、変調用パルスMMPに対応した変調信号S3の論理レベルの切り換わりが、EFM信号S2の立ち上がりのタイミングより所定期間だけ離間したタイミングになるように(図6におけるビットのエッジからの距離Lに対応する)、変調用パルスMMPの立ち上がりから対応するEFM信号S2Dの立ち上がりが約周期3T以上先行するように設定される。

【0066】これによりデジタルオーディオ信号、TOCデータの再生基準となる各ビットのエッジ情報に影響を与えないように、ディスク識別符号SC1が記録される。

【0067】またこのモノステープルマルチバイブレータ33より出力される変調用パルスMMPのパルス幅が、チャンネルクロックCKの1周期より短い長さに設定され、これにより平均的なビット幅より10〔%〕ビット幅が低減して、局部的に幅狭のビットが形成されることにより、ディスク識別符号SC1を記録したことによる再生信号RFの誤った2値識別が防止される。

【0068】さらにビット幅を局部的に10〔%〕低減してディスク識別符号SC1を記録したことにより、さらに論理1と論理0が等確率で現れるM系列乱数データMSによりディスク識別符号SC1を変調したことにより、ビット幅の変化により再生信号RFの変化が再生信号RFに混入するノイズのように観察され、これによりディスク識別符号SC1を観察、発見困難にすることができる。さらにディスク識別符号SC1のコピーを困難にすることもできる。

【0069】またこれらに加えて、ディスク識別符号SC1の1ビットを1フレームに割り当てたことにより、ノイズ等により再生信号が変動しても、確実にディスク識別符号SC1を再生することができる。

【0070】すなわちこのようにして作成されたコンパクトディスク41は(図7)、コンパクトディスクプレイヤー40において、レーザービームを照射して得られ

る戻り光の光量に応じて信号レベルが変化する再生信号RFが検出されることにより、この再生信号RFの信号レベルがビット幅に応じて変化することになり、この再生信号RFが2値化回路45により2値化される。続いて2値化信号BDがEFM復調回路47により2値識別された後、EFM復調、デインターリーブされ、ECC回路48により誤り訂正処理され、これによりデジタルオーディオ信号D1が再生される。

【0071】このときコンパクトディスク41において、局部的なビット幅の低減が周期7T以上のビットで、かつビットのエッジ(前エッジ及び後ろエッジの双方である)より周期3Tに対応する距離以上離間してビット幅が低減していることにより、レーザービームによるビームスポットがビットのエッジとビット幅の低減した箇所とを異なるタイミングにより走査し、これにより再生信号RFにおいて、局部的にビット幅を低減してなる影響が回避される。すなわちコンパクトディスク41においては、ビットを幅狭にしたことによる各エッジ近傍における信号レベルの変化が防止され、これによりディスク識別符号を記録したコンパクトディスクであっても、通常のコンパクトディスクプレイヤーにより正しく再生することが可能となる。

【0072】このようにして実行されるデジタルオーディオ信号D1の再生において、コンパクトディスク41は、事前に、リードインエリアにおいてビット幅により記録されたディスク識別符号SC1が再生され、このディスク識別符号SC1が正しく再生できない場合、違法なコピーとしてデジタルアナログ変換回路49によるデジタルアナログ変換処理が停止制御される。

【0073】すなわちこのリードインエリアにおけるディスク識別符号SC1の再生において(図8)、コンパクトディスク41は、同期パターン検出回路53において、フレームシンクが検出され、このフレームシンクの検出を基準にしてM系列生成回路55において記録時のM系列乱数データに対応する乱数データMZが生成される。

【0074】また再生信号RFがアナログデジタル変換回路57によりデジタル再生信号に変換され、M系列乱数データMZを基準にしてセレクタ59によりこのデジタル再生信号、又は極性を反転してなるデジタル再生信号が選択されることにより、ディスク識別符号SC1の論理レベルを多値のデータにより表現してなる再生データRXが再生される。

【0075】この再生データRXは、ビット幅が10〔%〕しか低減していないことにより、1サンプル単位で見るとSN比が極めて悪いことになる。コンパクトディスク41においては、この再生データRXがアキュムレータ61及び加算器60によりフレーム単位で累積された後、除算回路63により除算されて平均値化され、これによりSN比が改善される。かくしてこの除算回路

63の出力データBXが2値化回路64により2値化されてディスク識別符号SC1が復号された後、ECC回路65により誤り訂正処理され、システム制御回路50に出力される。

【0076】(1-3)第1の実施の形態の効果
以上の構成によれば、周期7Tに対応する長さ以上のビットについて、ディスク識別符号SC1に基づいてビットのエッジに対応するタイミングより所定距離だけ離間したタイミングでビット幅を変化させることにより、ビット列によるデジタルオーディオ信号D1の再生には何ら影響を与えないで、このデジタルオーディオ信号D1を再生する光ピックアップを用いて再生可能に、ディスク識別符号SC1を記録することができる。これによりこのディスク識別符号SC1を利用して違法コピーを排除することができる。

【0077】またこのとき第2変調回路において、周期7Tに対応する長さ以上のビットを検出し、ディスク識別符号SC1に応じてこの検出したビットのエッジに対応するタイミングより所定期間だけ離間したタイミングでEFM信号S2の信号レベルを反転して変調信号S3を生成することにより、簡易かつ確実に、ビット列によるデジタルオーディオ信号D1の再生には何ら影響を与えないで、ディスク識別符号SC1を記録することができる。

【0078】さらにディスク識別符号SC1をM系列乱数データMSにより変調して変調信号信号S3を生成することにより、ノイズと識別困難にディスク識別符号SC1を記録でき、ディスク識別符号SC1を発見、解析困難にすることができる。また再生時、ノイズの影響を有効に回避してディスク識別符号SC1を再生することができる。

【0079】またこの変調信号S3の信号レベルを反転してビット幅を幅狭にする期間を、基本周期となるチャンネルクロックCKの1周期Tより短い期間に設定することにより、同様に、ノイズと識別困難にディスク識別符号SC1を記録でき、ディスク識別符号SC1を発見、解析困難にすることができる。

【0080】またビット幅の変化をビットの平均的な幅の10[%]に設定したことによっても、同様に、ノイズと識別困難にディスク識別符号SC1を記録でき、ディスク識別符号SC1を発見、解析困難にすることができる。

【0081】またコンパクトディスクプレイヤーにおいて、再生信号RFの信号レベルを検出してディスク識別符号SC1を復号し、この信号レベルの平均値を検出してディスク識別符号に混入したノイズの影響を除去することにより、ノイズと識別困難に記録したディスク識別符号SC1を確実に再生することができる。

【0082】またこのときアキュムレータ61及び加算器60による累積加算器と、ビットカウンタ62による

カウント値により平均化手段を構成したことにより、1フレームにおける出現回数が不確定な周期7T以上のビットに割り当てて記録したディスク識別符号SC1を確実に再生することができる。

【0083】またセクタ59においてM系列乱数データMZによりデジタル再生信号を選択的に処理して、ディスク識別符号SC1を再生することにより、発見、解析困難に記録したディスク識別符号SC1を確実に再生することができる。

【0084】(2)他の実施の形態

なお上述の実施の形態においては、チャンネルクロックCKに同期したM系列乱数データによりディスク識別符号を変調する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えばチャンネルクロックCKに代えてEFM信号S2をM系列発生回路23に供給することにより、EFM信号S2に同期してM系列乱数データを生成してもよい。

【0085】また上述の実施の形態では、周期7T以上のビットについて、ビット幅を変調してディスク識別符号を記録する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、再生信号のジッタに対して再生系が十分な余裕を有している場合等にあつては、周期6T以上のビットについてビット幅を変調しても同様の効果を得ることができる。

【0086】また上述の実施の形態では、ビットのエッジより所定距離だけ離間してビット幅を低減する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、図10(A)に示すように、所定長さ以上のビットについて、各ビットの中央でビット幅を低減してもよい。

【0087】さらに上述の実施の形態では、EFM信号S2の信号レベルを局所的に反転させてビット幅を変調する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えばレーザービームの光量を変調することによりビット幅を変調してもよい。このようにすれば図10(B)に示すように、局所的にビット幅が増大するように、ビット幅を変調することもできる。また図10(C)に示すように、局所的なビット幅の増大と、低減により、ディスク識別符号を3値により記録することもでき、さらにはこの増大の程度、低減の程度を段階的に設定して、3値より多くの多値記録によりディスク識別符号を記録することもできる。また図10(D)に示すように、チャンネルクロックの1周期より長い期間でビット幅を変化させて、副のデータを記録することもできる。

【0088】さらに上述の実施の形態では、1フレームに1ビットのディスク識別符号を割り当てて記録する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば所定長さ以上のビットについて、所定個数毎に1ビットのディスク識別符号を割り当てる場合、さらには所定期間の間、所定長さ以上のビットに複数ビットのディスク識別符号を順次循環的に割り当てる場合等、種々の割り当

て方法を適用することができる。なお所定個数毎に1ビットのディスク識別符号を割り当てる場合には、再生側におけるビットカウンタ62、除算回路63を省略することができる。

【0089】また上述の実施の形態においては、ディスク識別符号をビット幅により記録する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ビット及びランドにより暗号化したデジタルオーディオ信号を記録し、この暗号化の解除に必要なキー情報をビット幅により記録する場合、さらにはキー情報の選択、復号に必要なデータをビット幅により記録する場合等、暗号化の解除に必要な種々のデータをビット幅により記録してもよい。

【0090】また上述の実施の形態においては、ビット及びランドによる主のデータ列に対して、リードインエリアのビット幅を変調して副のデータ列を記録する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ユーザーエリア等、種々の領域においてビット幅を変調して副のデータを記録することができる。なおこれらの場合において、何ら副のデータを記録していない領域においてもビット幅を変化させ、これにより副のデータを記録した領域を発見困難にしてもよい。

【0091】さらに上述の実施の形態においては、それぞれ2値化してデジタルオーディオ信号及びディスク識別符号を再生する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えばビタビ復号等、種々の識別方法を広く適用することができる。

【0092】また上述の実施の形態においては、EFM変調してデジタルオーディオ信号を記録する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、1-7変調、8-16、2-7変調など、種々の変調に対して広く適用することができる。

【0093】また上述の実施の形態においては、ビット及びランドにより所望のデータを記録する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、マーク及びスペースにより所望のデータを記録する場合にも広く適用することができる。

【0094】また上述の実施の形態においては、コンパクトディスクとその周辺装置に本発明を適用してオーディオ信号を記録する場合について述べたが、本発明はこ

れに限らず、ビデオディスク等、種々の光ディスク及びその周辺装置に広く適用することができる。

【0095】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、エッジの位置情報に影響を与えないタイミングで、ビット又はマークの幅を変化させることにより、ビット列、マーク列による主のデータ列の再生には何ら影響を与えないで、この主のデータ列を再生する光ピックアップにより再生可能に、副のデータ列を記録することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る光ディスク記録装置を示すブロック図である。

【図2】フレームとフレームシンクとの関係を示すタイムチャートである。

【図3】図1の第2変調回路を示すブロック図である。

【図4】図3の第2変調回路の動作の説明に供するタイムチャートである。

【図5】図4の7T以上検出回路を示すブロック図である。

【図6】図1の光ディスク記録装置によりコンパクトディスクのビット形状を示す平面図である。

【図7】図6のコンパクトディスクの再生に供するコンパクトディスクプレイヤーを示すブロック図である。

【図8】図7のコンパクトディスクプレイヤーのディスク識別符号再生回路を示すブロック図である。

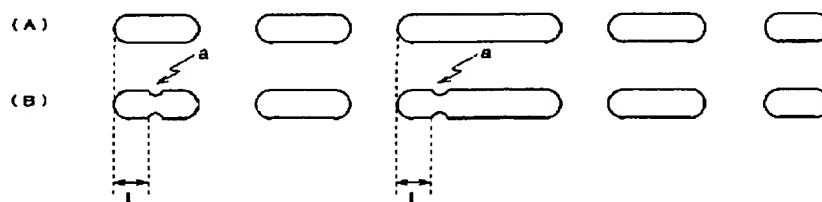
【図9】図8のディスク識別符号再生回路の動作の説明に供するタイムチャートである。

【図10】他の実施の形態に係るコンパクトディスクのビット形状を示す平面図である。

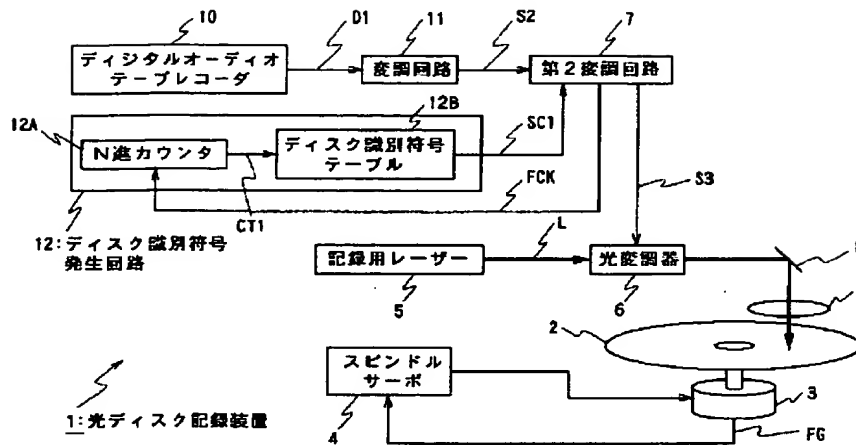
【符号の説明】

1……光ディスク記録装置、2……ディスク原盤、6……光変調器、7……第2変調回路、11……変調回路、12……ディスク識別符号発生回路、12B……ディスク識別符号テーブル、23、55……M系列発生回路、24、37……イクスクリーシブオア回路、27……7T以上検出回路、40……コンパクトディスクプレイヤー、41……コンパクトディスク、51……ディスク識別符号再生回路

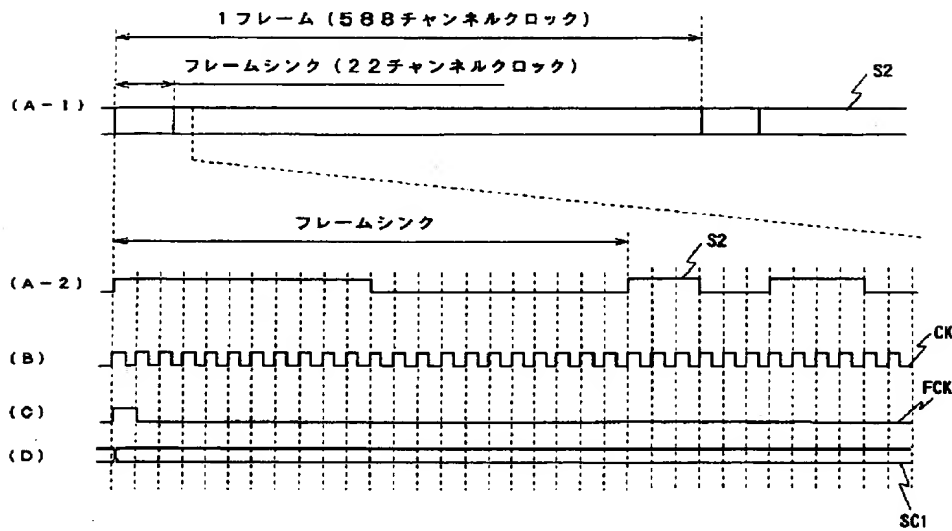
【図6】



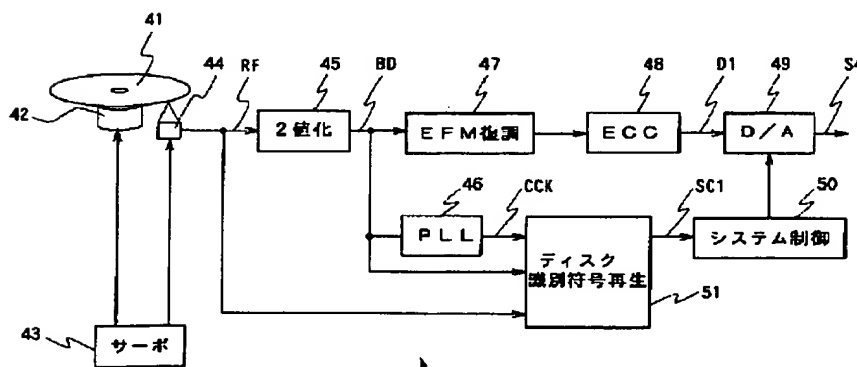
【図1】



【図2】

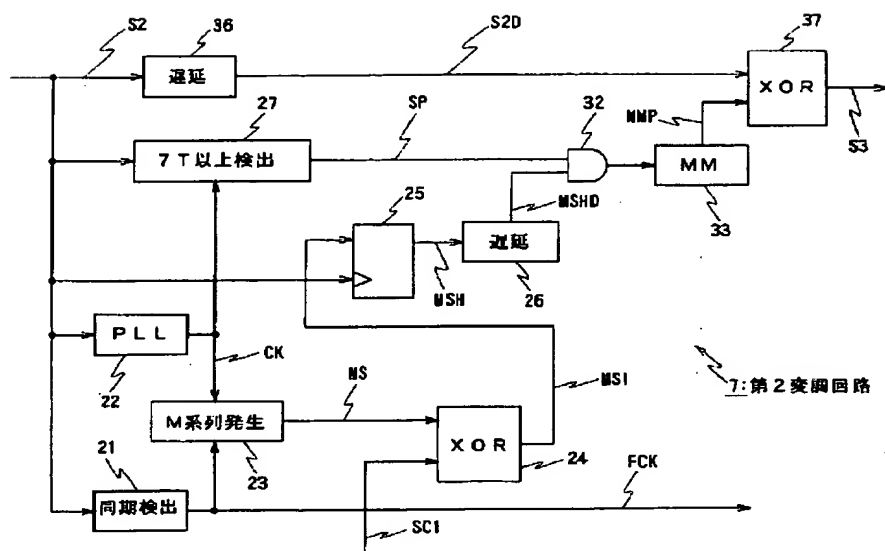


【図7】

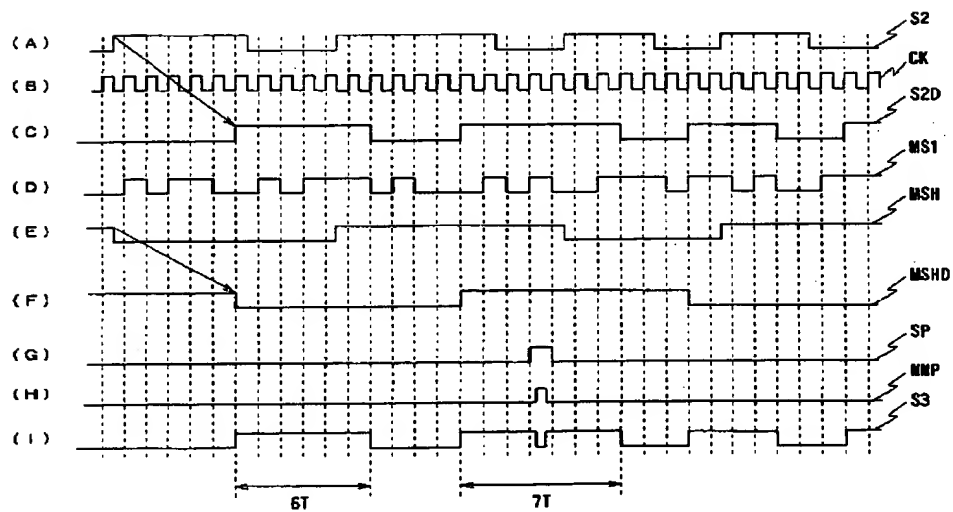


40: コンパクトディスクプレイヤー

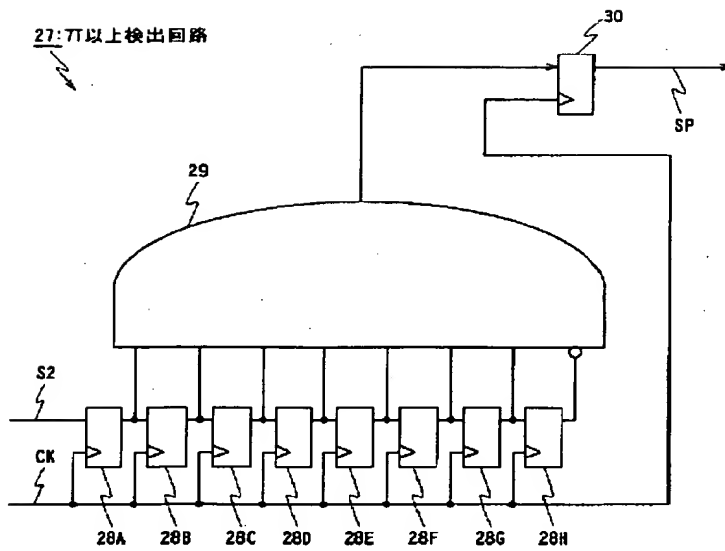
【図3】



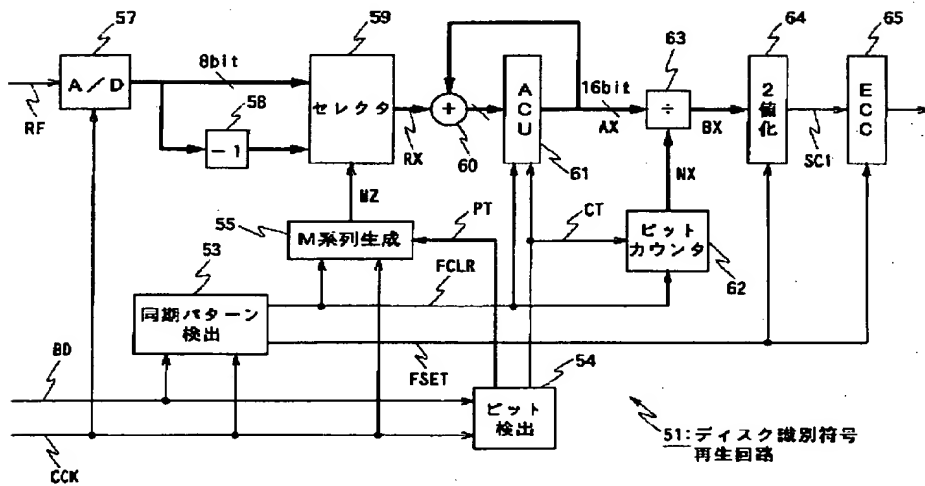
【図4】



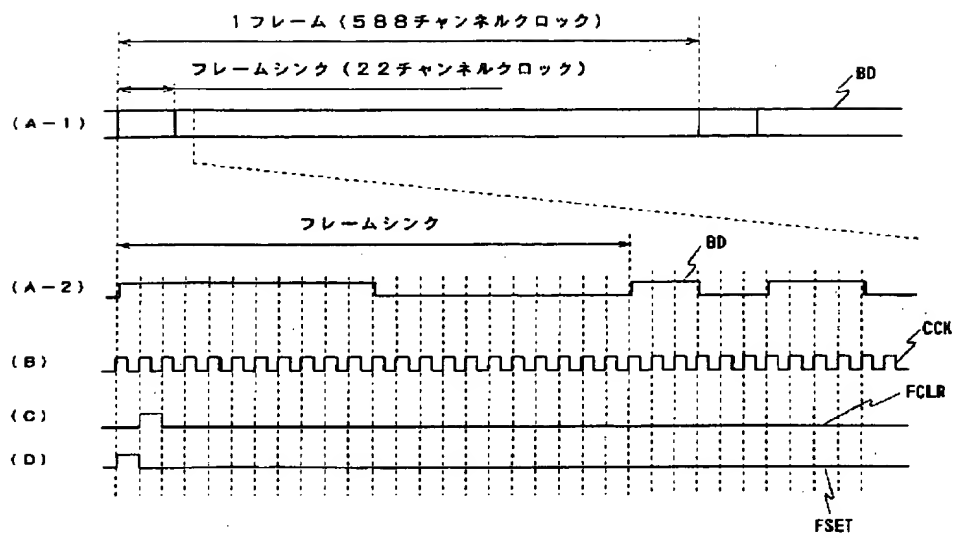
【図5】



【図8】



【図9】



【図10】

